



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 43 10 148 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**F 02 B 37/00**  
F 02 B 37/12  
F 02 C 6/12  
F 02 C 9/18  
F 01 D 9/02

②① Aktenzeichen: P 43 10 148.8  
②② Anmeldetag: 29. 3. 93  
④③ Offenlegungstag: 6. 10. 94

DE 43 10 148 A 1

⑦① Anmelder:

Mercedes-Benz Aktiengesellschaft, 70327 Stuttgart,  
DE

⑦② Erfinder:

Schillings, Herbert, Dipl.-Ing., 7016 Gerlingen, DE;  
Sumser, Siegfried, Dipl.-Ing., 7000 Stuttgart, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Aufgeladene Brennkraftmaschine

⑤⑦ Die Erfindung bezieht sich auf eine aufgeladene Brennkraftmaschine mit mindestens zwei Abgasturboladern, die jeweils mindestens eine Turbine mit einer Einströmseite und einer Ausströmseite und mindestens einen Verdichter mit einer Druckseite und einer Saugseite aufweist, wobei von jeder Druckseite der Verdichter eine Ladeluftleitung zur Einlaßseite und von jeder Einströmseite der Turbinen eine Abgasleitung zur Auslaßseite der Brennkraftmaschine führt, wobei die beiden Ladeluftleitungen miteinander verbunden sind.

Um eine gattungsgemäße Brennkraftmaschine einfacher und kostengünstiger im Vergleich zum bisher bekannten Stand der Technik auszubilden, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß beide Abgasturbolader unterschiedliche Betriebskennfelder aufweisen und mindestens eine Turbine der beiden Abgasturbolader ein variables Leitgitter umfaßt und in der Ladeluftleitung mindestens eine Regelungseinrichtung angeordnet ist, die mit einer mit der Einströmseite der Turbine verbundenen Leitung verbunden ist, wobei die Regelungseinrichtung die Strömungsverbindung zwischen Ladeluftleitung und Leitung regelt.

DE 43 10 148 A 1

Die Erfindung betrifft eine aufgeladene Brennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Aus der DE-OS 34 20 215 ist bereits eine aufgeladene Brennkraftmaschine der gattungsgemäßen Art bekannt.

Die Brennkraftmaschine ist mit zwei Abgasturboladern verbunden, die jeweils einen Verdichter und eine Turbine aufweisen. Die Auslaßseite der Brennkraftmaschine ist mit den Turbinen der Abgasturbolader über eine verzweigte Abgasleitung verbunden. Von der Druckseite jedes Verdichters führt eine Ladeluftleitung zur Einlaßseite der Brennkraftmaschine, wobei die beiden Ladeluftleitungen miteinander verbunden sind und in diesen eine Ventilschaltung angeordnet ist, die ein Rückschlagventil sensorgesteuert öffnet.

Zum allgemeinen Hintergrund wird noch auf die Druckschriften DE-PS 38 26 956, DE-PS 39 08 286, EP-PS 0 302 082, EP-PS 0 377 712 und EP-PS 0 414 781 verwiesen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine gattungsgemäße aufgeladene Brennkraftmaschine mit gutem Anfahrverhalten einfacher und kostengünstiger im Vergleich zum bisher bekannten Stand der Technik auszubilden.

Die Aufgabe ist erfindungsgemäß durch die im Kennzeichen des Hauptanspruches gegebenen Merkmale gelöst.

Ein Nachteil von aufgeladenen Brennkraftmaschinen der gattungsgemäßen Art ist eine verhältnismäßig aufwendig gestaltete Ventilanordnung zur Steuerung des pulsationsfreien Zuschaltvorganges des zweiten Abgasturboladers.

Ein Vorteil der erfindungsgemäßen Ausführung der aufgeladenen Brennkraftmaschine besteht darin, daß ein erster, relativ kleiner Abgasturbolader zur Anhebung der Ladeluftmenge im unteren Drehzahlbereich optimal ausgelegt ist. Gleichzeitig ist ein zweiter, größerer Abgasturbolader mit variablem Leitgitter vorgesehen, das diesen auf den Betriebsbereich der Brennkraftmaschine ab einer mittleren Teillastdrehzahl bis zur Vollast optimal einstellt. Dabei ist das variable Leitgitter im Anfahrbetrieb sehr weit abriegelbar, so daß das Abgas zunächst die Turbine des kleineren Abgasturboladers beaufschlagt.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil der Erfindung besteht darin, daß beim zweiten, größeren Abgasturbolader ein Verdichterpumpen im Leerlauf effektiv dadurch vermieden wird, daß die verdichtete Luft von der Auslaßseite des Verdichters abgeleitet wird. Die vom Verdichter abgeleitete Ladeluft wird der Turbine unmittelbar nach dem Leitgitter zugeführt, wodurch die Druckenergie der Ladeluft zum Antrieb der Turbine mitbenutzt werden kann. Die Zuführung der Ladeluft erfolgt deshalb hinter dem verhältnismäßig weit geschlossenen variablen Leitgitter auf das Turbinenrad, da dort durch die Beschleunigung des Abgases dessen statischer Druck sehr gering ist.

Durch die Ausgestaltung der Erfindung nach Anspruch 2, 3 und 4 wird eine einfache und kostengünstige Ausbildung der Regelungseinrichtung erreicht.

Durch die erfindungsgemäße Steuerleitung nach Anspruch 4 und 5 und die erfindungsgemäß angeordnete Feder nach Anspruch 6 ist die Regelungseinrichtung in Abhängigkeit von dem Ladedruck des ersten, kleineren Abgasturboladers verschiebbar und somit eine Strömungsverbindung vom Verdichter des zweiten, größer-

ren Abgasturboladers zu dessen Turbine herstellbar. Somit arbeitet speziell beim Anfahren der Brennkraftmaschine lediglich der erste, kleiner Abgasturbolader, während der zweite, größere Abgasturbolader im Leerlauf läuft. Dadurch kann der kleine Abgasturbolader auf einer optimalen Betriebskennlinie gefahren werden.

Durch die vorteilhafte Anordnung eines motorkennfeldgesteuerten Druckregelgliedes in der Steuerleitung nach den Ansprüchen 7 und 8 ist die Stellung der Regelungseinrichtung durch eine Modulierung des Druckes in der Steuerleitung beeinflussbar.

Weitere Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung gehen aus der Beschreibung hervor.

In den Zeichnungen ist die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Brennkraftmaschine mit einer erfindungsgemäß ausgebildeten Registeraufladung,

Fig. 2 eine konstruktive Ausgestaltung des Regelungsgliedes in einer Stellung für den Teillast- und Vollastbetrieb der Brennkraftmaschine und

Fig. 3 eine Darstellung des Regelungsgliedes analog zu Fig. 2 in einer Stellung für den Anfahrbetrieb der Brennkraftmaschine.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Brennkraftmaschine 1 mit einer erfindungsgemäß ausgebildeten Anordnung einer Registeraufladung mit zwei unterschiedlich großen Abgasturboladern 2 und 3, wobei der Abgasturbolader 2 verhältnismäßig kleiner als der Abgasturbolader 3 ausgebildet ist.

Der erste Abgasturbolader 2 besitzt eine Turbine 4 und einen Verdichter 5. Die Turbine 4 mit Einströmseite 6 und Ausströmseite 7 umfaßt ein nicht dargestelltes Turbinenrad und einen dieses umgebenden Spiralkanal und der Verdichter 5 mit Druckseite 8 und Saugseite 9 besitzt ein ebenfalls nicht dargestelltes Verdichterrad, einen Diffusor und einen Spiralkanal in prinzipiell bekannter Weise. Das Turbinenrad der Turbine 4 und das Verdichterrad des Verdichters 5 ist mit einer Welle 10 starr verbunden.

Der zweite Abgasturbolader 3 besitzt in analoger Weise eine Turbine 11 mit einer Einströmseite 12 und einer Ausströmseite 13 und einen Verdichter 14 mit einer Druckseite 15 und einer Saugseite 16. Turbine 11 und Verdichter 14 sind mit einer Welle 17 verbunden. Im Einströmbereich der Turbine 11 ist ein variables Leitgitter 18 angeordnet, mit dem die Durchflußmenge und der Turbinenradeintrittsdrall des Abgases einstellbar ist.

Von einer Auslaßseite 19 der Brennkraftmaschine 1 führt eine Abgasleitung 20 mit Abgasleitungsteilen 20a—20c zu den Einströmseiten 6 bzw. 12 der Turbinen 4 bzw. 11.

Eine verzweigte Ladeluftleitung 21 mit Ladeluftleitungsteilen 21a—21d und Verzweigungspunkt 22 führt von einer Einlaßseite 23 der Brennkraftmaschine 1 zur Druckseite 8 des Verdichters 5 und zur Druckseite 15 des Verdichters 14.

Zwischen den beiden Ladeluftleitungsteilen 21c und 21d ist eine in den Fig. 2 und 3 näher dargestellte und beschriebene Regelungseinrichtung 24 angeordnet, die mit einer mit der Einströmseite 12 der Turbine 11 verbundenen Leitung 25 verbunden ist. Über die Regelungseinrichtung 24 wird die aus dem Ladeluftleitungsteil 21d strömende Ladeluft wahlweise in die Leitung 25 zur Turbine 11 oder in das Ladeluftleitungsteil 21c und somit zur Einlaßseite 23 der Brennkraftmaschine 1 geleitet.

Von dem Ladeluftleitungsteil 21b führt eine Steuerlei-

tung 26 zu einer Steueröffnung 27 der Regelungseinrichtung 24. In der Steuerleitung 26 befindet sich ein Druckregelglied 28, das über einen motorkennfeldgeregelten Regler 29 betätigbar ist.

In den Fig. 2 und 3 sind zwei Schaltstellungen einer konstruktiven Ausführung der Regelungseinrichtung 24 dargestellt. In der Schaltstellung gemäß Fig. 2 für den Teillast- und Vollastbetrieb der Brennkraftmaschine stellt die Regelungseinrichtung 24 eine Strömungsverbindung zwischen den Ladeluftleitungsteilen 21c und 21d her. Fig. 3 zeigt eine Schaltstellung der Regelungseinrichtung 24 für den Anfahrbetrieb der Brennkraftmaschine, wobei die Ladeluft vom Verdichter 14 über die Leitung 25 der Turbine 11 zugeführt wird und wobei die Strömungsverbindung zwischen den beiden Ladeluftleitungsteilen 21c und 21d unterbrochen ist.

Die Regelungseinrichtung 24 umfaßt einen Steuerschieber 30 mit einer Krempe 31, an der eine Dichtung 32 angebracht ist. Das Ladeluftleitungsteil 21d mündet in einer Verbindungsstelle 33 in das Ladeluftleitungsteil 21c, dessen Durchmesser größer als jener des Ladeluftleitungsteiles 21d ist. Die Verbindungsstelle 33 dient als Widerlager für eine Druckfeder 34, die gegen die Krempe 31 drückt, wobei in der in Fig. 2 gezeigten Stellung der Regelungseinrichtung 24 die Druckfeder 34 entspannt ist.

Die Steueröffnung 27 befindet sich in dem Ladeluftleitungsteil 21c und mündet in einen Raum 35 zwischen Krempe 31 und Verbindungsstelle 33, wobei die Krempe 31 auf ihrer Unterseite ein normal zur Verschieberichtung des Steuerschiebers 30 angeordnetes Flächenstück 41 besitzt. Der Raum 35 wird gegen die Ladeluftleitung 21c mit der Dichtung 32 abgedichtet.

An der Oberseite des Steuerschiebers 30 ist eine Rückschlagklappe 36 in einem Lager 37 drehbar gelagert, durch die die obere Rohröffnung verschließbar ist (siehe Fig. 3).

Etwa in der Mitte des Steuerschiebers 30 befindet sich auf dessen rechten Seite eine Überströmöffnung 38, die gemäß Fig. 3 einer Öffnung 39 der Leitung 25 zugeordnet ist. Gemäß Fig. 2 verschließt bei entspannter Druckfeder 34 ein Rohrteil 40 die Öffnung 39, und die Überströmöffnung 38 befindet sich der Rohrwand des Ladeluftleitungsteiles 21d direkt gegenüber.

Im unteren Drehzahlbereich arbeitet nur der kleine Abgasturbolader 2, wobei dessen Verdichter 5 zunächst einen höheren Druck als der Verdichter 14 des Abgasturboladers 3 aufbaut. Somit wird die Rückschlagklappe 36 über das Ladeluftleitungsteil 21c mit dem Druck  $p_{L1}$  der Ladeluft beaufschlagt und geschlossen. Der rohrförmige Steuerschieber 30 befindet sich in der in Fig. 3 gezeigten Position. Die Ladeluft, die vom Verdichter 14 des Abgasturboladers 3 gefördert wird, hat den Druck  $p_{L2}$  und strömt durch die Überströmöffnung 38 in die Leitung 25 und wird durch eine nicht näher dargestellte Düse, die hinter dem variablen Leitgitter 18 angebracht ist, in geeigneter Weise auf das Turbinenrad geblasen, wodurch die Ladeluft des Verdichters 14 einen Beitrag zum Nutzmoment der Turbine 11 des Abgasturboladers 3 liefert.

Erst ab einer mittleren Drehzahl dient auch der Verdichter 14 des Abgasturboladers 3 der Ladeluftlieferung für die Brennkraftmaschine 1. Die Druckverhältnisse in der Ladeluftleitung 21 sind nun derart, daß der Druck  $p_{L1}$  in dem Ladeluftleitungsteil 21c nur noch geringfügig höher ist als der Druck  $p_{L2}$  in dem Ladeluftleitungsteil 21d, über den motorkennfeldgeregelten Regler 29 und das Druckregelglied 28 wird nun ein Druck  $p_s$  in der

Steuerleitung 26 derart moduliert, daß zusammen mit der Druckfeder 34 der Steuerschieber 30 in die in Fig. 2 gezeigte Position geschoben wird. Durch den Druckanstieg von  $p_{L2}$  in dem Ladeluftleitungsteil 21d wird die Rückschlagklappe 36 spontan und pulsationsfrei geöffnet, wodurch nun auch der zweite Abgasturbolader 3 an der Luftlieferung für die Brennkraftmaschine 1 teilnimmt.

Um eine kontinuierliche Leistungsentfaltung beim Zuschalten des zweiten Abgasturboladers zu erhalten, wird dieser bereits im Leerlauf nahe an der Betriebsdrehzahl gehalten, die zu Beginn dessen Luftlieferung für die Brennkraftmaschine notwendig ist. Diese relativ hohe Leerlaufdrehzahl wird durch den engen Leitgitteraustrittsquerschnitt und die in dieser Betriebsphase auf das Laufrad geblasene Ladeluft erreicht.

#### Patentansprüche

1. Aufgeladene Brennkraftmaschine mit mindestens zwei Abgasturboladern, wobei der eine Abgasturbolader während des Betriebes der Brennkraftmaschine zum anderen Abgasturbolader zuschaltbar ist, wobei jeder Abgasturbolader mindestens eine Turbine mit einer Einströmseite und einer Auströmseite und mindestens einen Verdichter mit einer Druckseite und einer Saugseite aufweist, wobei von jeder Druckseite der Verdichter eine Ladeluftleitung zur Einlaßseite und von jeder Einströmseite der Turbinen eine Abgasleitung zur Auslaßseite der Brennkraftmaschine führt und wobei die beiden Ladeluftleitungen miteinander verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß beide Abgasturbolader (2, 3) unterschiedliche Betriebskennfelder aufweisen und mindestens eine Turbine (11) der beiden Abgasturbolader (2, 3) ein variables Leitgitter (18) umfaßt und in der Ladeluftleitung (21) mindestens eine Regelungseinrichtung (24) angeordnet ist, die mit einer Leitung (25) mit der Einströmseite (12) der das variable Leitgitter (18) aufweisenden Turbine (11) verbunden ist, wobei die Regelungseinrichtung (24) die Strömungsverbindung zwischen Ladeluftleitung (21) und Leitung (25) regelt.

2. Aufgeladene Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Steuerschieber (30) in der Ladeluftleitung (21) angeordnet ist, von dem die Ladeluft des Verdichters (14) in Abhängigkeit einer Druckdifferenz zwischen Drücken ( $p_{L1}$ ) und ( $p_{L2}$ ) in Ladeluftleitungsteilen (21c) und (21d) und in Abhängigkeit eines Druckes ( $p_s$ ) in einer Steuerleitung (26) entweder zur Einlaßseite (23) der Brennkraftmaschine (1) oder zur Einströmseite (12) der Turbine (11) gesteuert wird.

3. Aufgeladene Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelungseinrichtung (24) den Steuerschieber (30) umfaßt, der in der Ladeluftleitung (21) geführt, mit einer Dichtung (32) abgedichtet und in einem begrenzten Bereich verschieblich ist und der eine der Leitung (25) zugeordnete seitliche Überströmöffnung (38) aufweist, wobei sich an dem Steuerschieber (30) eine Rückschlagklappe (36) befindet, mit der ein Ladeluftleitungsteil (21d) vom Verdichter (14) des zweiten Abgasturboladers (3) verschließbar ist.

4. Aufgeladene Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Innenseite der Ladeluftleitung

(21) und der Außenseite des Steuerschiebers (30) ein abgedichteter, variabler Raum (35) gebildet ist, wobei in ein diesen begrenzendes Ladeluftleitungsteil (21c) der Ladeluftleitung (21) eine Steuerleitung (26) in eine Steueröffnung (27) mündet, wobei der Steuerschieber (30) derart ausgebildet ist, daß ein mindestens teilweise normal zur Verschieberichtung des Steuerschiebers (30) liegendes Flächenteil (41) des Steuerschiebers (30) durch einen in der Steuerleitung (26) herrschenden Druck ( $p_s$ ) beaufschlagbar ist.

5. Aufgeladene Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerleitung (26) die Steueröffnung (27) der Regelungseinrichtung (24) mit der Druckseite (8) des Verdichters (5) des ersten Abgasturboladers (2) verbindet.

6. Aufgeladene Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Raum (35) eine sich an der Ladeluftleitung (21) abstützende Druckfeder (34) angeordnet ist, die den Steuerschieber (30) bei geöffneter Rückschlagklappe (36) derart verschiebt, daß das Rohrteil (40) des Steuerschiebers (30) die Öffnung (39) der Leitung (25) verschließt.

7. Aufgeladene Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß in der Steuerleitung (26) ein Druckregelglied (28) angeordnet ist.

8. Aufgeladene Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelung des Druckregelgliedes (28) motorkennfeldabhängig erfolgt.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

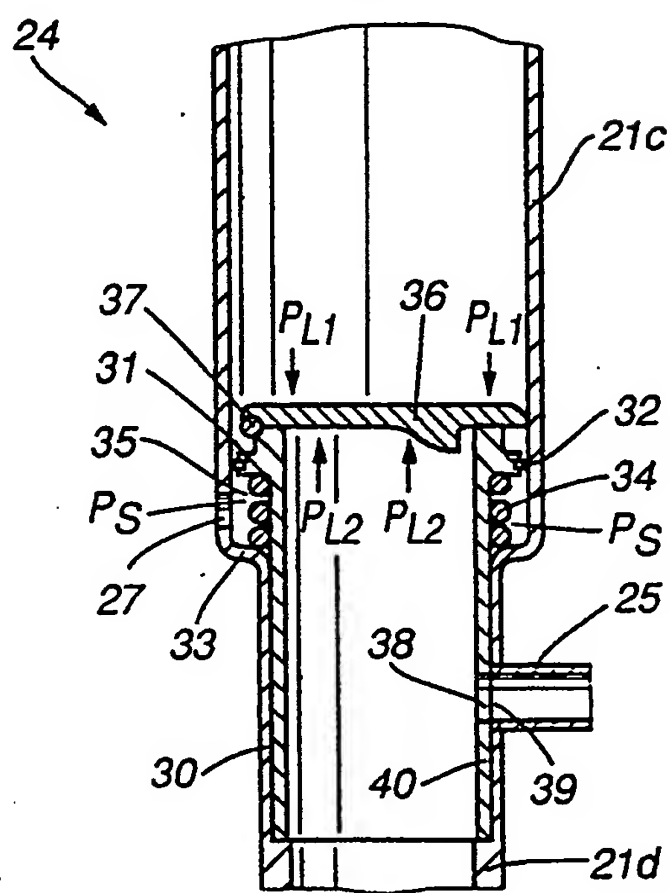
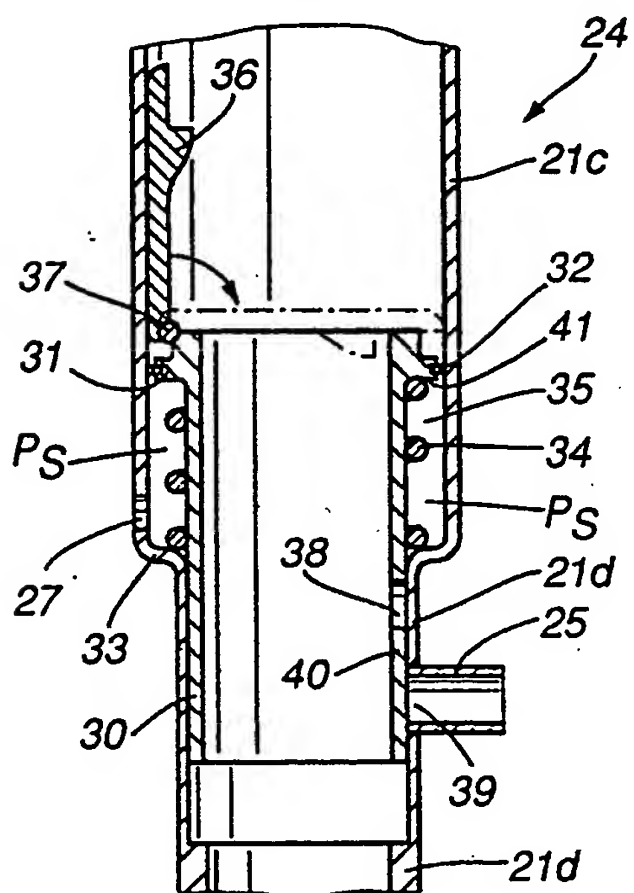
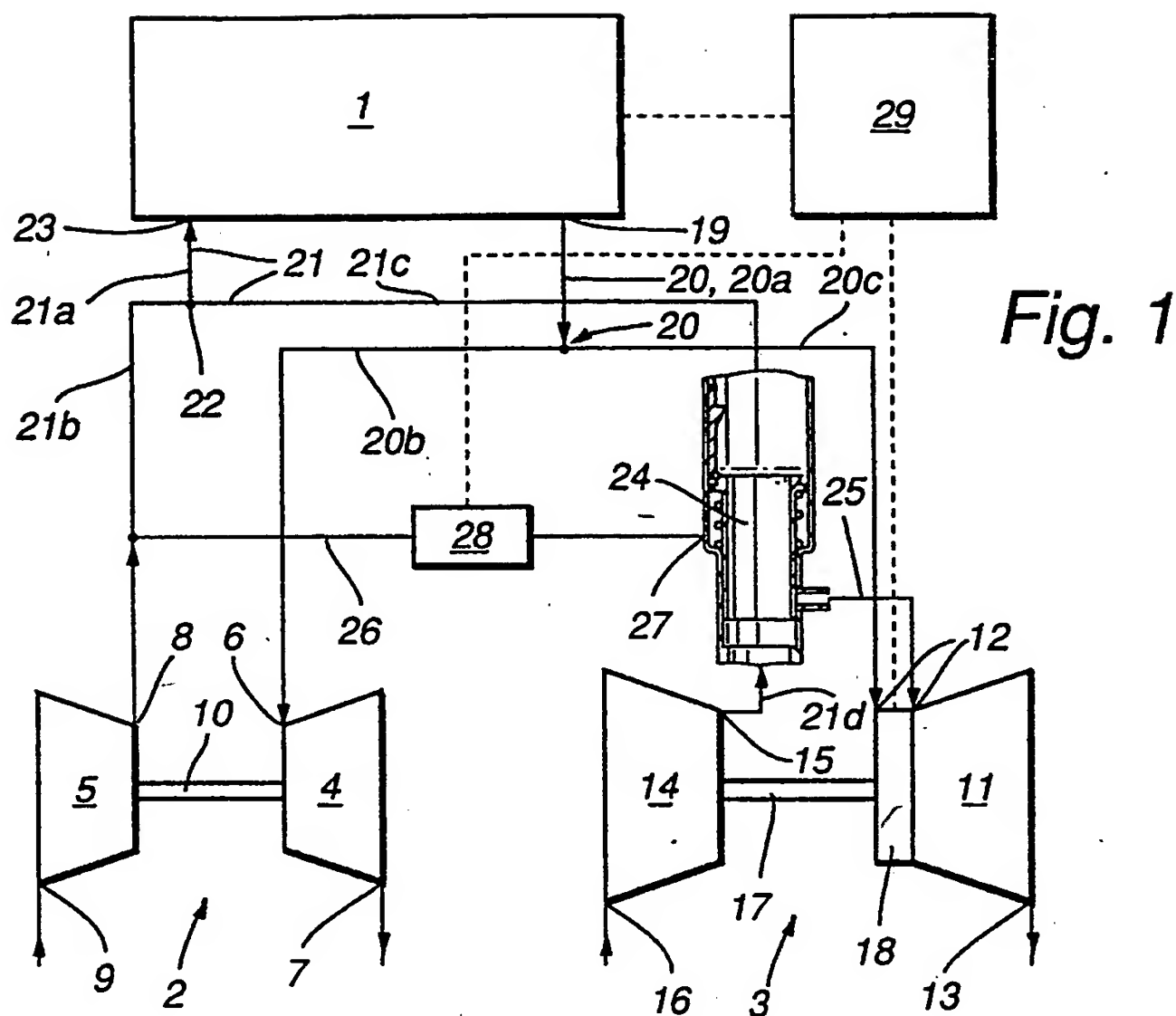
50

55

60

65

- Leerseite -



PUB-NO: DE004310148A1

DOCUMENT-IDENTIFIER: DE 4310148 A1

TITLE: Supercharged internal combustion engine

PUBN-DATE: October 6, 1994

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SCHILLINGS, HERBERT DIPL ING	DE
SUMSER, SIEGFRIED DIPL ING	DE

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
DAIMLER BENZ AG	DE

APPL-NO: DE04310148

APPL-DATE: March 29, 1993

PRIORITY-DATA: DE04310148A ( March 29, 1993)

INT-CL (IPC): F02B037/00, F02B037/12 , F02C006/12 , F02C009/18 , F01D009/02

EUR-CL (EPC): F02B037/007

US-CL-CURRENT: 123/562

ABSTRACT:

The invention relates to a supercharged internal combustion engine with at least two exhaust turbochargers, which respectively have at least one turbine each, with inlet side and outlet side, and one compressor each, with a pressure side and a suction side, a charge air line leading from each pressure side of the compressors to the inlet side and an exhaust line leading from each inlet side of the turbines to the exhaust side of the internal combustion engine, the two charge air lines being connected to one another.

In order to design an internal combustion engine of the generic type both simpler and cheaper than hitherto known in the prior art, it is proposed according to the invention that the two exhaust turbochargers have different performance characteristics, that at least one turbine of the two exhaust

turbochargers have a variable stator blade ring and that at least one control device be arranged in the charge air line, which device is connected to a line connected to the inlet side of the turbine, the control device controlling the flow connection between charge air line and line.